

## ANTENNA SUBSTRATE

Publication number: JP10335927

Publication date: 1998-12-18

Inventor: UCHIMURA HIROSHI

Applicant: KYOCERA CORP

Classification:

- international: H01Q13/10; H01Q1/38; H01Q9/16; H01Q13/10;  
H01Q1/38; H01Q9/04; (IPC1-7): H01Q13/10; H01Q1/38;  
H01Q9/16

- european:

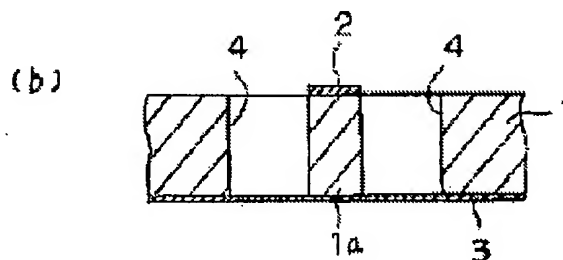
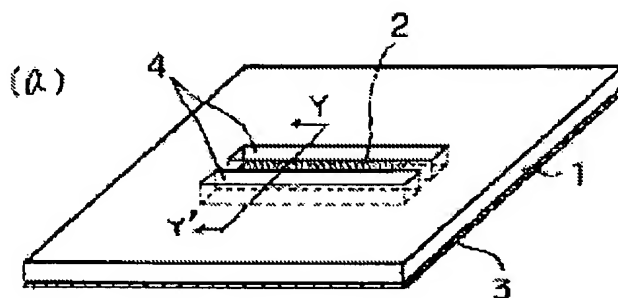
Application number: JP19970141758 19970530

Priority number(s): JP19970141758 19970530

Report a data error here

### Abstract of JP10335927

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an antenna substrate which can be manufactured without requiring any high manufacturing accuracy, even when a material, such as a ceramic having a relative dielectric constant is used as a dielectric substrate and moreover has superior characteristics. **SOLUTION:** In an antenna substrate which is constituted by forming an antenna 2, such as a dipole antenna composed of a conductor layer on the surface of a dielectric substrate 1 made of a material, such as a ceramic having a relatively high dielectric constant, the effective dielectric constant of the antenna 2 is reduced, and at the same time, the  $\tan \delta$  of the substrate 1 is reduced by forming punched sections 4 in the substrate 1 on the both sides of the antenna 2.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-335927

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 Q 13/10

1/38

9/16

識別記号

F I

H 0 1 Q 13/10

1/38

9/16

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-141758

(22) 出願日

平成9年(1997)5月30日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田島羽殿町6番地

(72) 発明者 内村 弘志

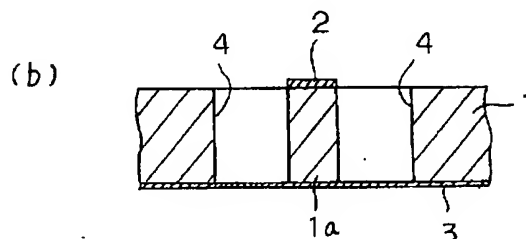
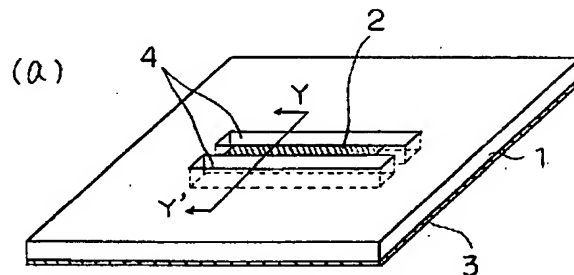
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(54) 【発明の名称】 アンテナ基板

(57) 【要約】

【課題】 セラミックスのような比較的比誘電率の高い材料を誘電体基板として用いても、高い製作精度なしに作製でき、しかも優れた特性をもつアンテナ基板を提供する。

【解決手段】 セラミックスなどの比較的高い比誘電率を有する誘電体基板の表面に、導体層からなるダイポールアンテナなどのアンテナ2を被着形成してなるアンテナ基板において、導体層の周囲に位置する前記誘電体基板の一部に切り欠き部を形成して、アンテナにおける実効誘電率を低減するとともに、誘電体基板1の  $\tan \delta$  を低減する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】誘電体基板の表面に、導体層からなるアンテナを被着形成してなるアンテナ基板において、前記導体層の周囲に位置する前記誘電体基板の一部に切り欠き部を形成したことを特徴とするアンテナ基板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主にマイクロ波及びミリ波用として適した、誘電体基板の表面に平面状のアンテナが形成されてなるアンテナ基板に関する。

## 【0002】

【従来技術】従来より、高周波用の平面アンテナとしては、プリントダイポール、スロット、マイクロストリップ、ループ、マイクロストリップライン等の様々なアンテナが開発されている。これらのアンテナは、アンテナ素子のサイズの中に $\lambda/2$  ( $\lambda$ :放射する電磁波のアンテナ面における波長)あるいはこの整数倍のサイズ(放射部の長さ)を持っており、一種の共振器を形成しているものである。

【0003】この共振器としての無負荷 $Q_o$ は放射損による $Q$ を $Q_r$ 、導体損による $Q$ を $Q_c$ 、誘電体損による $Q$ を $Q_d$ とすると、

$$1/Q_o = 1/Q_r + 1/Q_c + 1/Q_d$$

と表される。また、アンテナの放射効率 $\eta$ は

$$\eta = Q_o/Q_r$$

となり、周波数を $f$ とし帯域幅を $\Delta f$ とすると

$$Q_o = f/\Delta f$$

の関係にある。

【0004】まず、アンテナとしては高い放射効率が要求される。従って、 $Q_o \approx Q_r$ である必要があり、この結果、 $Q_c$ と $Q_d$ は大きな値を持つ必要がある。このため、多くの場合、アンテナを形成する導体には低抵抗の銅が用いられ、誘電体基板には $\tan \delta$ の小さい材料が用いられる。また、周波数の多少のズレにも対応できるように、できるだけ帯域幅 $\Delta f$ が広い方がよい。したがって、無負荷 $Q_o$ は小さい方がよい。誘電体基板の比誘電率を $\epsilon$ 、厚みを $h$ とすると、 $Q_r$ は $\epsilon/h$ に比例するので、比誘電率 $\epsilon$ の小さい材料を選択するか、または基板の厚さ $h$ を大きくすることにより $Q_r$ が小さくなり、その結果、無負荷 $Q_o$ を小さくすることができる。

【0005】一方、アンテナサイズに着目すると、マイクロ波領域では、誘電体基板の比誘電率 $\epsilon$ は大きい方がよいが、ミリ波領域では $\epsilon$ は小さい方がよい。これはつぎの理由による。つまり、マイクロ波領域では、波長が数cmの単位の大きさであるため、比誘電率 $\epsilon$ の高い材料を用いた方がアンテナ素子が小さくできるので小型化のメリットがある。ただし、多数のアンテナ素子を並べてアレー化する場合、高誘電率材料を用いても、アンテナ素子が小さくなるだけで、アレー全体のサイズを小さくすることはできない。

【0006】これに対して、ミリ波領域では、波長がmmの単位であるので、アンテナサイズがもともと小さく、さらに高誘電率材料を用いると、逆に作製精度が厳しくなり生産性に乏しいものとなる。

【0007】以上をまとめると、誘電体基板表面に平面状のアンテナが被着形成されたプリント型のアンテナ基板、特に、アレー型のアンテナが形成された基板において用いられる誘電体基板としては、つぎのようなものが望ましいことが分かる。

【0008】1)  $\tan \delta$ が小さいこと

2) 低抵抗の導体層の形成が可能であること

3) 比誘電率が小さいこと

4) 基板の厚みを厚くできること

このため、従来からプリント型のアンテナ基板には、誘電率の低い有機樹脂系誘電体基板が用いられることが多かった。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この有機樹脂系誘電体基板は、誘電率が低い反面、基板自体の強度が弱く、また、耐候性に劣ることから、長期安定性に欠けるという問題があった。

【0010】これに対して、セラミックスからなる誘電体基板は、高強度であること、耐候性に優れること、低 $\tan \delta$ 化できること、さらには、配線基板や半導体パッケージと一体化する事ができるなど、の長所を有する。しかしながら、このようなセラミックス誘電体基板は、一般に有機樹脂系に比べ、比誘電率が高いことである。これは、上述したように、アンテナの帯域幅を狭めたり、高い製作精度を要求される結果となってしまふ。

【0011】従って、本発明は、セラミックスのような比較的比誘電率の高い材料を誘電体基板として用いても、高い製作精度なしに作製でき、しかも優れた特性をもつアンテナ基板を提供することを目的とするものである。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記の問題点に関して検討を重ねた結果、誘電体基板の表面に、金属膜からなるアンテナを被着形成してなるアンテナ基板において、前記金属膜の周囲の一部に切り欠き部を形成することにより、アンテナから見た実効的な比誘電率を低減でき、しかも誘電体基板の $\tan \delta$ を低減できることを見だし、本発明に至った。

【0013】本発明によれば、セラミックスのような比誘電率の高い材料を用いても、切り欠き部を設けることにより、アンテナから見た実効的な比誘電率が低減できる結果、高い製作精度が要求されないために製造し易く、低コスト化が図られ、さらに広い帯域幅を持つアンテナ基板を製造することができる。しかも、一部の誘電体基板の表面の一部を切り欠いた構造からなるので、誘電損失が低減されるために、アンテナの放射効率も向上

する。さらにはアンテナ基板の軽量化も図ることができる。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。まず、図7に従来のダイポール型アンテナ基板の概略斜視図を示す。図7(a)によれば、誘電体基板22の表面には、帯状の導体層からなるダイポールアンテナ23が被着形成される。また、誘電体基板22の裏面には、反射板として導体層からなるグラ

ランド層24が形成されている。この図7(a)のアンテナ基板の電界を図7(b)の断面図によって説明すると、電界は、アンテナ23から直下に向かう電界E1と、アンテナ23の上面からアンテナ23の側部を回ってグラ

ランド層24に向かう電界E2とが存在し、アンテナ23からの電界のほとんどが誘電体基板22部分に分布する。このため、このような従来のダイポール型アンテナ基板におけるアンテナ23に対する実効誘電率 $\epsilon_e$ は、ほぼ誘電体基板の比誘電率 $\epsilon$ に等しい( $\epsilon_e \approx \epsilon$ )。また、誘電体損によるQ、即ち、 $Q_d$ は $1/\tan \delta$  (ここで、 $\tan \delta$ は誘電体基板の誘電正接)となる。

【0015】一方、図1(a)は、本発明をダイポール型アンテナ基板に適用した場合の一例を示す斜視図であり、図1(b)は、Y-Y'断面図である。図1によれば、誘電体基板1の表面には、帯状の導体層からなるダイポールアンテナ2が被着形成されており、また、誘電体基板1の裏面には、グラ

ランド層3が形成されている。そして、ダイポールアンテナ2の長手方向の両側に位置する誘電体のみを切り欠いて設けられた切り欠き部4が誘電体基板1のみを貫通するように形成されている。この図1の回路基板の場合、図8の従来の回路基板の断面図における電界E2の部分の誘電体が空気(比誘電率=1)に置き変わった構造となる。ダイポールアンテナ2における電界分布は、誘電体基板の比誘電率 $\epsilon$ 、誘電体基板の厚みおよびダイポールアンテナ2の幅に依存するが、残った誘電体1aの部分には全体の2割の電界が分布していると仮定すると、ダイポールアンテナ2に対する実効誘電率 $\epsilon_e$ は、 $\epsilon_e = 0.2\epsilon + 0.8 \times 1$ で近似することができ、その結果、実効誘電率 $\epsilon_e$ を図7の場合に比較して小さくすることができる。また、誘電体損によるQ、すなわち $Q_d$ は $1/(\tan \delta \times 0.2)$ となり、 $Q_d$ も大きくすることができる。

【0016】なお、切り欠き部4内のグラ

ランド層3は、誘電体基板1の下面にグラ

ランド層3を表面に形成した別の誘電体基板を積層することによっても形成される。

【0017】図2は、本発明をコプレーナ給電スロットアンテナに適用した場合の一例を示す概略斜視図である。図2によれば、誘電体基板5の表面には、中心導体6と、その両側に形成されたグラ

ランド層7からなるコプレーナ線路8が形成され、中心導体6の終端の両側に、

グラ

ランド層7が形成されていないスロット9が設けられている。このスロットアンテナの場合、スロット9で共振が起こり、電磁波が放射されるが、このスロット9に位置する部分の誘電体を切り欠くことにより、実効誘電率の低減と、誘電体損の低減を図ることができる。

【0018】図3は、本発明を方形パッチアンテナに適用した場合の一例を示す概略斜視図である。図3によれば、誘電体基板10の表面に、方形状の導体層からなるパッチアンテナ11が被着形成されている。この場合、パッチアンテナ11の平行な端面の両側の誘電体を切り欠いて形成した切り欠き部12が設けられ、この切り欠き部12を形成することにより、実効誘電率の低減と、誘電体損の低減を図ることができる。

【0019】図4は、本発明を短冊状パッチアンテナに適用した場合の一例を示す概略図である。図4によれば、誘電体基板13の表面に、短冊状の導体層を平行に所定の間隙をもって複数形成したパッチアンテナ14が形成されている。直線偏波のパッチアンテナの場合、パッチ上を流れる電流は一方のみで十分であるため図4のようにパッチを短冊状にカットし並列させることができる。

【0020】このパッチアンテナの場合、図4に示すように、短冊状の導体層間の間隙および端部の導体層の外側の側部に位置する誘電体を切り欠いて形成された複数の切り欠き部15が設けられている。この切り欠き部15を形成することにより、図3の実施例よりも、さらに効果的に実効誘電率の低減と、誘電体損の低減を図ることができる。

【0021】図5は、本発明をリング状パッチアンテナに適用した場合の一例を示す概略斜視図である。図5によれば、誘電体基板16の表面には、リング状の導体層からなるリング状パッチアンテナ17が形成されている。このリング状パッチアンテナ17に電流が流れ共振するので、アンテナ17のリングの内側または外側の誘電体を切り欠くことにより実効誘電率の低減と、誘電体損の低減を図ることができるが、図5では、誘電体基板16のシート形状を保つために、リング内側に位置する誘電体を切り欠いて形成された切り欠き部18が誘電体基板1を貫通するように形成される。

【0022】図6は、本発明をループアンテナに適用した場合の一例を示す概略斜視図である。図6によれば、誘電体基板19の表面には、導体層からなるループアンテナ20が形成されている。この場合も、図5のリング状パッチアンテナと同様に、ループの部分で共振するので、このループアンテナの周囲の一部に切り欠き部を形成することにより、実効誘電率の低減と、誘電体損の低減を図ることができる。なお、図6では、誘電体基板19のシート形状を保つために、ループアンテナの内側に位置する誘電体を切り欠いて形成された切り欠き部21が誘電体基板19を貫通するように形成される。

【0023】上述した各種のアンテナ基板においては、誘電体基板 1 を特に限定するものではないが、本発明の構造は、特に、誘電体基板 1 がセラミックスなどの比誘電率が比較的高い材料から構成される場合に有効である。具体的には、比誘電率が 5 以上の  $Al_2O_3$ 、 $Si_3N_4$ 、 $AlN$ 、ムライトなどを主体とする焼結体や、原料にガラス粉末を用い、所望によりセラミックフィラーなどを配合して焼成したガラス焼結体やガラスセラミック焼結体などに対して有効である。

【0024】なお、アンテナを形成する導体層は、Cu、Au、Ag、Al、W、Mo などのあらゆる導体から構成されることで、上記のセラミックスに対しては、焼成後のセラミックス表面に、アンテナパターンを導体ペーストで印刷後、焼き付け処理したり、メッキ法や、蒸着法により所定のアンテナパターンを形成することができる。また、焼成前のセラミック成形体表面に印刷塗布して同時焼成して形成することも可能である。

【0025】特に、高周波における導体損を低減する上では、アンテナを形成する導体層は、Cu、Au および Ag の群から選ばれる少なくとも 1 種から形成されることが望ましい。

【0026】なお、上述した図 1 乃至図 6 のアンテナ基

	$\epsilon_e$	Qd	Qc	Qr	Qo	$\eta$	B	$\lambda/2$	$\delta$
本発明	2.8	1000	500	14	13.4	96%	7.5%	1.49mm	1.3%
従来例	10	200	500	50	37.0	74%	2.7%	0.79mm	2.5%

【0030】表 1 に示されるように、本発明の構造によるアンテナ基板では、実効誘電率は 2.8 と小さくなり、しかも Qd が大きくなっていることが分かる。この結果、放射効率  $\eta$  は従来例よりも 20% 改善され、同時に比帯域幅 B も 5% 程度広くなっている。さらに、実効誘電率  $\epsilon_e$  が小さくなったため、アンテナサイズが大きくなり、メタライズ印刷によるズレのばらつきは、従来の 2.5% から 1.3% と小さくなっている。比帯域幅 B とズレのばらつき  $\delta$  とを比較すると、実際に製造した場合、従来例では設計通りの周波数を得るには通常のメタライズにおける最も高いレベルの印刷精度が要求されるが、本発明の場合、さほど高い印刷精度が要求されず、通常レベルの精度でのバラツキの範囲を許容できるものであることが分かる。このことは、製造における歩留まりを高め、低コスト化が図れることを意味している。

【0031】

【発明の効果】以上のように、本発明は、誘電体基板表面に形成されたアンテナの周囲に位置する誘電体基板の一部に切り欠き部を設けることにより、アンテナにおける実効誘電率を低減できることから、セラミックスなどの比誘電率の高い材料により誘電体基板を形成した場合においても、アンテナ寸法を精度的に製造し易く調整で

板によれば、いずれも切り欠き部は、誘電体基板 1 を貫通するように設けられたものであるが、この切り欠き部は、必ずしも貫通する必要はなく、凹状の切り欠き部であってもよく、その場合には、アンテナの全周囲に切り欠き部を形成してもよい。

【0027】また、図 1 乃至図 6 のアンテナ基板によれば、アンテナへの給電を行うために、適宜アンテナ形成面に給電線を設けたり、アンテナ形成面の裏面に給電用のグラウンド層を形成してもよい。

【0028】

【実施例】図 1 に示すダイポール型アンテナ基板において、誘電体基板の比誘電率  $\epsilon$  を 10、 $\tan \delta = 0.005$ 、導体損  $Q_c$  を 500、放射損  $Q_r$  は実効誘電率  $\epsilon_e$  に比例するのでその比例常数を 5 として、実効誘電率  $\epsilon_e$ 、放射効率  $\eta$ 、比帯域幅 B を計算したものを表 1 に示す。さらに、周波数を 60 GHz としたときのアンテナサイズ  $\lambda/2$  と、一般的なメタライズ印刷によるばらつき d が  $20 \mu m$  とした時の前記ばらつきの前記アンテナサイズに対する比  $\delta (= d / (\lambda/2))$  を示した。

【0029】

【表 1】

き、その結果、低コストで、さらに広い帯域幅を持つアンテナを製造することが可能となる。しかも、誘電体基板の一部の誘電体を切り欠くので誘電体損失が低減される結果、アンテナの放射効率も向上する。また、アンテナ基板の軽量化も図ることができる。これにより、前述したような優れた長所を有するセラミックスを誘電体基板として使用でき、高強度で、耐候性に優れた高信頼性のアンテナ基板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】(a) は本発明をダイポール型アンテナ基板に適用した場合の一例を示す概略斜視図であり、(b) は、(a) の Y-Y' 断面図である。

【図 2】本発明をコプレーナ給電スロットアンテナ基板に適用した場合の一例を示す概略斜視図である。

【図 3】本発明を方形パッチアンテナ基板に適用した場合の一例を示す概略斜視図である。

【図 4】本発明を短冊状パッチアンテナ基板に適用した場合の一例を示す概略斜視図である。

【図 5】本発明をリング状パッチアンテナ基板に適用した場合の一例を示す概略斜視図である。

【図 6】本発明をループアンテナ基板に適用した場合の一例を示す概略斜視図である。

【図 7】(a) は従来のダイポール型アンテナ基板の構

7

8

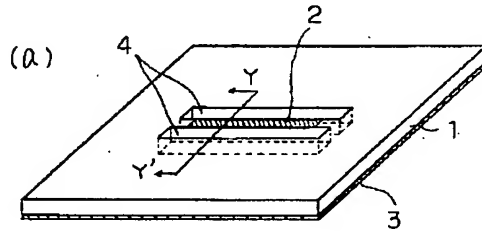
造を説明するための概略斜視図であり、(b)は、その電界分布を説明するためのX-X'断面図である。

## 【符号の説明】

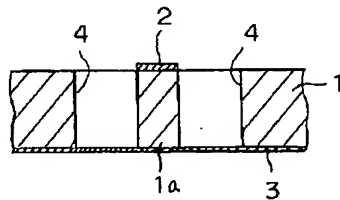
- 1、5、10、13、16、19 誘電体基板  
2 ダイポールアンテナ  
9 スロット（切り欠き部）

- 11 パッチアンテナ  
14 短冊状パッチアンテナ  
17 リング状パッチアンテナ  
20 ループアンテナ  
4、12、15、18、21 切り欠き部

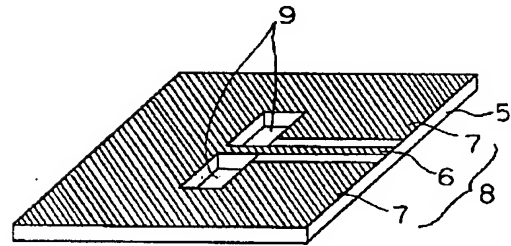
【図1】



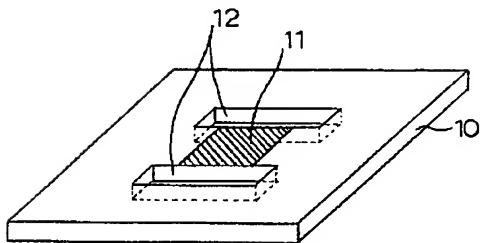
(b)



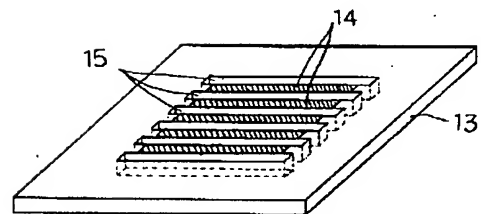
【図2】



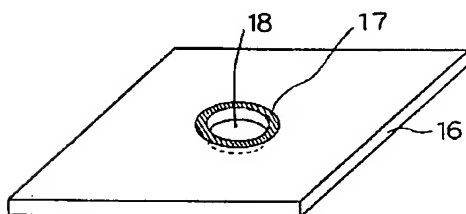
【図3】



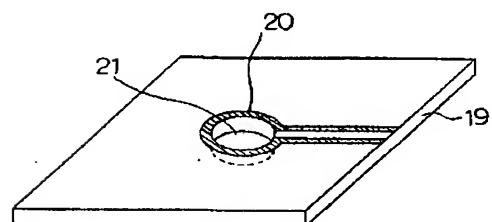
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

